



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 199 47 730 C 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
F 28 F 13/18

21 Aktenzeichen: 199 47 730.2-16  
22 Anmeldetag: 5. 10. 1999  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 21. 9. 2000

DE 199 47 730 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

74 Vertreter:  
Rösler, U., Dipl.-Phys.Univ., Pat.-Anw., 81241  
München

72 Erfinder:  
Lustig, Konrad, 79102 Freiburg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

US	56 97 435
US	47 76 391
US	47 29 428

54 Wärmetauschereinheit sowie Verfahren zur Herstellung einer Wärmetauschereinheit

57 Beschrieben wird eine Wärmetauschereinheit mit wenigstens einer Wärmeenergie absorbierenden oder abgebenden Oberfläche und einem thermisch an die Oberfläche angekoppelten Kammersystem, durch das ein, die Wärmeenergie absorbierendes oder abgebendes Fluid strömbar ist.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Oberfläche und das Kammersystem aus einer Trägerstruktur gebildet ist, die Cellulosematerial aufweist und deren Trägerstrukturoberfläche wenigstens an der mit dem, die Wärmeenergie absorbierenden oder abgebenden Fluid benetzbaren Trägerstrukturoberfläche mit einer fluidundurchlässigen Schicht bedeckt ist.

DE 199 47 730 C 1

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf eine Wärmetauschereinheit mit wenigstens einer Wärmeenergie absorbierenden oder abgebenden Oberfläche und einem thermisch an die Oberfläche angekoppelten Kammersystem, durch das ein, die Wärmeenergie absorbierendes oder abgebendes Fluidstrom ab ist.

## Stand der Technik

Wärmetauschereinheiten dienen dem thermischen Energieübertrag zwischen zwei Stoffströmen bzw. zwischen einem Stoffstrom und einem thermisch an den Stoffstrom angekoppelten Körper, wobei eine Wärmeübertragung nur dann erfolgt, sofern eine Temperaturdifferenz zwischen den thermisch gekoppelten Stoffströmen bzw. dem Körper und dem Stoffstrom besteht. Die Stoffströme selbst können von gasförmiger oder flüssiger Natur sein, wobei in jedem Wärmetauscher die einzelnen Stoffströme getrennt voneinander geführt sind ohne sich untereinander zu mischen.

Ein typisches Beispiel für eine Wärmetauschereinheit, in der ein Wärmeübertrag zwischen einem Gasstrom und einem beliebig, vorzugsweise flüssigen Stoffstrom, der sich auf einem niedrigeren Temperaturniveau befindet als der Gasstrom, stattfindet, ist in der US 4,776,391 beschrieben. Hierbei überströmt der Gasstrom, der in einem, den Gasstrom umschließenden Leitungsgehäuse geführt ist, ein Kühlleitungssystem, das von einem Kühlmittel durchflossen wird und das auf Grund einer großen wärmeübertragenden Oberfläche einen effektiven Wärmeübertrag aufweist. Alternative Wärmetauschereinheiten, in denen ein gezielter Wärmeübertrag zwischen zwei Gasströmen erfolgt, sind den amerikanischen Druckschriften US 5,697,435 sowie US 4,729,428 zu entnehmen.

Wärmeübertrager einer anderen Gattung betreffen Kammer-systeme, die von einem kühlenden oder heizenden Stoffstrom durchflossen werden und die mit einem zu kühlenden oder zu wärmenden Körper thermisch gekoppelt sind. Bekannteste Anordnungen sind Decken- oder Fußbodenheizungen, in denen ein flüssiger Stoffstrom durch ein Leitungssystem geführt wird, das in einer Wand bzw. im Fußboden integriert ist. Durch unmittelbaren thermischen Kontakt zwischen Wand bzw. Fußboden und dem Leitungssystem erfolgt ein Wärmeübergang zwischen dem zumeist warmen Stoffstromes und dem kalten Wand- bzw. Fußbodenkörper.

Schließlich können Wärmetauschereinheiten auch einen Wärmeübergang zwischen der Wärmeenergie im solaren Strahlungsfluss und einem gasförmigen oder flüssigen Stoffstrom ermöglichen. Derartige, als Solarabsorber bezeichnete Wärmeübertrager weisen eine, den solaren Strahlungsfluss absorbierende Oberfläche auf, unter der unmittelbar ein Leitungssystem angeordnet ist, durch das der zu wärmende Stoffstrom, in den meisten Fällen wird Wasser eingesetzt, erwärmt wird.

Wärmeübertragungssysteme, egal welcher Gattung rücken zunehmend in den Mittelpunkt des allgemeinen Interesses, zumal sie die Energienutzung zu optimieren helfen, insbesondere vor dem Hintergrund steigender Energiepreise. Eine wesentliche Rolle für die Verwendung des Einsatz von Wärmetauschereinheiten spielt neben ihrer Funktionalität und Leistungsfähigkeit auch die mit ihrer Herstellung verbundenen Anschaffungskosten. Insbesondere für den Einsatz von Wärmetauschereinheiten in Ländern, in denen die Energieversorgung zumeist kritisch und das Wirtschaftspo-

tenzial nur schwach ausgebildet ist, bieten Wärmetauschereinheiten mögliche Alternativen und Möglichkeiten vorhandene Energieresourcen besser zu nutzen und neue Energiequellen neu zu erschließen.

Alle bekannte Wärmetauschereinheiten nutzen zur gezielten Stoffstromführung mehr oder weniger aufwändige Leitungskonstruktionen, die in gegenseitigen thermischen Kontakt stehen und vorwiegend aus metallischen Werkstoffen gefertigt sind und somit über sehr gute Wärmeleiteigenschaften verfügen. Auf die zum Teil sehr aufwändigen und filigran ausgestalteten Konstruktionen zum vorstehend angegebenen Stand der Technik wird in diesem Zusammenhang nochmals verwiesen.

## Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Wärmetauschereinheit mit wenigstens einer Wärmeenergie absorbierenden oder abgebenden Oberfläche und einem thermisch an die Oberfläche angekoppelten Kammersystem, durch das ein die Wärmeenergie absorbierendes oder abgebendes Medium strömbar ist, derart weiterzubilden, dass die für die Herstellung der Wärmetauschereinheit verwendeten Materialien möglichst kostengünstig sind und dass zudem der Wirkungsgrad der Wärmetauschereinheit verglichen mit den Leistungsmerkmalen bekannter Wärmetauschereinheiten vergleichbar oder gar verbessert werden soll. Wesentlicher Aspekt der Erfindung soll eine kostengünstige Herstellung von Wärmetauschereinheiten sein, sodass ein Einsatz dieser Systeme nicht nur in wirtschaftlich hoch entwickelten Ländern Einzug findet, sondern insbesondere in Ländern der Dritten Welt weitere Verbreitung findet.

Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung einer Wärmetauschereinheit angegeben, das möglichst einfache Herstellungsschritte verlangt, sodass eine einfache Nacharbeitung der technischen Lehre ohne die Notwendigkeit teurer Anlagen möglich ist.

Die Lösung der der Erfindung zu Grunde liegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Gegenstand des Anspruchs 10 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Wärmetauschereinheit. Die Ansprüche 15 und 19 richten sich auf bestimmte Verwendungen der erfindungsgemäß ausgebildeten Wärmetauschereinheit.

Erfindungsgemäß ist eine Wärmetauschereinheit gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 derart ausgebildet, dass die Oberfläche und das Kammersystem aus einer Trägerstruktur gebildet sind, die Cellulosematerial aufweist, vorzugsweise vollständig aus Cellulosematerial gefertigt sind und deren Trägerstruktur oberfläche ganzflächig mit einer flüssigkeitsundurchlässigen Schicht bedeckt bzw. versiegelt ist.

Cellulosematerialien werden heutzutage in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt. Besonders in der Verpackung- und Transportindustrie von Handelsgütern wird häufig Cellulose in Form von Pappe oder Wellpappe verwendet. Mittlerweile werden diese Materialien auf Grund ihrer hohen Stabilität und ihrem geringen Gewicht auch verstärkt als Konstruktionsmaterialien für Möbel oder Ähnliches verwendet. Auf der Basis von Cellulosematerial in Form von Wellpappe beruht der erfindungsgemäß ausgebildete Wärmetauscher.

Wellpappe in ihrer einfachsten Ausgestaltungsform verfügt über eine flächige Lage aus Cellulosematerial bzw. Kartonpapier, auf deren einen Oberseite eine gewellt ausgeführte Celluloseschicht aufgebracht ist, wobei diese mit der flächig ausgebildeten Kartonschicht eine Vielzahl parallel nebeneinander verlaufender, zweiseitig offen ausgebildete Kanäle einschließt. Würde man eine derartige Well-

pappe mit einer Flüssigkeit, wie beispielsweise Wasser in Verbindung bringen, so würde sich das Cellulosematerial kurzfristig auflösen, wodurch die Wellpappenstruktur zerstört wird. Versiegelt man jedoch die Oberfläche, das heißt vorzugsweise sowohl die Oberseiten als auch insbesondere die Innenwände der Kanäle der Wellpappe mit einer wasserundurchlässigen Schicht, so wird auf einfache und preisgünstige Weise ein Kammersystem gewonnen, durch das gezielt eine Flüssigkeit geleitet werden kann. Zumindest ist es nötig, all jene Oberflächenbereiche der Wellpappenstruktur mit einer flüssigkeitsundurchlässigen Schicht zu versehen, die mit der Flüssigkeit in Berührung kommen, d. h. insbesondere die Innenseiten der Kanäle.

Um den Vorgang der Versiegelung bzw. Beschichtung der Oberfläche der Wellpappe möglichst kostengünstig zu halten, sind sowohl die Arbeitsschritte zur Herstellung einer derartigen Versiegelung sowie auch die hierfür einzusetzenden Materialien möglichst einfach und preisgünstig zu wählen. Als besonders geeignetes Beschichtungsmaterial eignen sich Epoxidharze, die auf die Oberfläche der Wellpappe aufgetragen sind. Eine geeignete Vorgehensweise ist ein bloßes Eintauchen der Pappenstruktur in, das in flüssiger Phase befindliche Harz, sodass die Pappe vollständig, das heißt inwendig und auch an der Außenseite, mit Harz durchtränkt wird. Je nach dem Fließverhalten des flüssigen Harzes ist es ausreichend, die mit Harz durchtränkte Pappe mit ihrer parallel verlaufenden Kanalstruktur in vertikaler Orientierung abtropfen zu lassen, sodass das nicht unmittelbar mit der Oberfläche der Wellpappe benetzte Harz abtropfen kann. Der Abtropfvorgang selbst lässt sich optional durch entsprechendes Freiblasen mit Druckluft oder ähnlichen Gasströmen unterstützen, um auf diese Weise ein Verstopfen der einzelnen Kanäle zu vermeiden.

Um den Trocknungsvorgang zu beschleunigen kann die mit dem Harz benetzte Wellpappe einer Wärmeströmung bzw. Wärmeeinwirkung ausgesetzt werden, beispielsweise mittels Warmluft oder Heizstrahler. Je nach Strukturgröße und weiterer Verwendung der mit Harz beschichteten Wellpappe kann die Beschichtungsdicke durch die Dauer und insbesondere durch die Anzahl der nacheinander durchzuführenden Beschichtungsvorgänge optimiert werden.

Da die Kosten für handelsübliche Wellpappe im Vergleich zu den Kosten von Polymerharzen verschwindend gering sind, wird der Hauptkostenfaktor für den erfindungsgemäßen Wärmetauscher durch den Preis für das Polymerharz sowie die Arbeit bestimmt. Eine Einschätzung bezüglich des Einsparpotenzial, das mit der erfindungsgemäß ausgebildeten Wärmetauschereinheit verbunden ist, im Vergleich zu den metallischen strömungsführenden Wärmetauscherkonstruktionen liegt etwa bei einem Drittel.

Die erfindungsgemäß ausgebildete Wärmetauschereinheit ist auf Grund der Oberflächenversiegelung mittels Epoxidharz vollständig wasserresistent, sodass durch die Vielzahl der parallel auf der Wellpappe verlaufenden Kanäle ein Stoffstrom, wie beispielsweise Wasser, hindurch geleitet werden kann. Die möglichen Einsatz- bzw. Verwendungsmöglichkeiten sollen unter Bezugnahme auf die Beschreibung beigefügte Figur vorgenommen werden.

#### Kurze Beschreibung der Erfindung

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 Erfindungsgemäß ausgebildete Wellpappe in einer Ausführungsform zur Verwendung als Solarabsorber

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

Die erfindungsgemäße Kombination aus einer an sich bekannten Wellpappe mit einer auf die Oberfläche der Wellpappe aufgetragenen Epoxidharzschicht führt, wie eingangs beschrieben, zu einem filigranen Leitungssystem, durch dessen einzelne, in einer großen Vielzahl parallel neben einander verlaufenden Einzelkanäle eine Flüssigkeit geleitet werden kann, ohne dabei Beschädigungen an der Gefügestruktur der Wellpappe zu erleiden. Natürlich können auch entsprechend andere Stoffströme durch die einzelnen Kammern der Wellpappe geführt werden.

In Fig. 1 ist ein Solarabsorber dargestellt, der auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen Wärmetauschereinheit aufgebaut ist. Die Wellpappe 1 weist zwei Oberflächen 2, 3 auf, die jeweils eine innere Trägerstruktur bzw. Kanalleitungssystem 4 einschließen. Aus Gründen der übersichtlicheren bildlichen Darstellung ist auf die erstarrte Harzschicht, die oberflächendeckend die Wellpappe versiegelt verzichtet worden. Die Oberfläche 2 ist mit einer, den solaren Strahlungsfluss absorbierenden Schicht 5 vergütet worden, die beispielsweise in der einfachsten Ausführungsform aus einer Rußschicht bestehen kann. Selbstverständlich ist es möglich auch selektiv absorbierende bzw. emittierende Schichten auf der Oberfläche der Wellpappenstruktur abzuscheiden. Besonders geeignet hierzu sind Chromoxynitrid (CrON) oder Titanoxynitrid (TiON) -Schichten, die im Rahmen von Sputter- bzw. Aufdampfverfahren auf die Oberfläche abgeschieden werden können. An wenigsten einer Seitenkante der Wellpappenstruktur ist eine Zu- bzw. Ableitung 6 für das durch die Solarwärme aufzuwärmende Wasser vorgesehen, das jeweils über die gegenüberliegende Kante in das System eingespeist wird.

Die in Fig. 1 dargestellte, einfach ausgebildete Form eines Solarabsorbers ist einfach und kostengünstig in der Herstellung und kann vielerorts, vorzugsweise in Drittweltländern zu einem weit verbreiteten Einsatz finden.

Neben der Verwendung der erfindungsgemäß ausgebildeten Wärmetauschereinheit als Solarabsorber eignet sich die mit einer wasserresistenten bzw. flüssigkeitsresistenten Schutzschicht überzogene Wellpappe auch als Wand- bzw. Fußbodenheizelemente, die in Wand- bzw. Fußbodenflächen eingearbeitet und durch die entsprechendes Heizmittel, vorzugsweise Warmwasser geleitet werden kann. Über die großen Flächen der Wärmetauschereinheit können die Wand- bzw. Fußbodenflächen effektiv und kostengünstig erwärmt werden.

Durch die hohe Resistenzfähigkeit von Epoxid- bzw. Polymerharzschichten, die in der vorstehend beschriebenen Weise auf die Wellpappenkonstruktion aufbringbar sind, ist der Einsatz auch von aggressiven Medien, die durch das Kanalsystem der Wellpappenkonstruktion geleitet werden, denkbar. Ein Einsatz diesbezüglicher Wärmetauscherelemente als Absorberelemente bei der Meerwasserentsalzung oder solaren Klimatisierung mit flüssigen Adsorbentien, beispielsweise Calciumchlorid und Wasser sind durchaus denkbar.

Auch ist es mit den derzeit verfügbaren Polymerharzen, die über eine hohe Temperaturbeständigkeit von bis zu 250°C verfügen, möglich, derart beschichtete Wellpappenkonstruktionen mit beliebigen Metallschichten zu bedampfen, um auf diese Weise ihr Einsatzspektrum zu vergrößern.

Die Erfindung beschränkt sich nicht allein auf die Beschichtung von Wellpappe mit Epoxid- bzw. Polymerharzen, sondern umfasst grundsätzlich alle denkbaren Trägerstrukturen, die in Verbindung mit einer Oberfläche Kammersysteme einschließen und von beliebiger geometri-

scher Ausgestaltung sind und wenigstens teilweise Cellulosematerial aufweisen.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Wellpappe
- 2 Oberfläche
- 3 Oberfläche
- 4 Trägerstruktur, Kanalsystem
- 5 Absorberschicht
- 6 Zu- bzw. Ableitung

#### Patentansprüche

1. Wärmetauschereinheit mit wenigstens einer Wärmeenergie absorbierenden oder abgebenden Oberfläche (5) und einem thermisch an die Oberfläche angekoppelten Kammernsystem (4), durch das ein, die Wärmeenergie absorbierendes oder abgebendes Fluid strömbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche (5) und das Kammernsystem (4) aus einer Trägerstruktur gebildet sind, die Cellulosematerial aufweist und deren Trägerstrukturoberfläche wenigstens an der mit dem, die Wärmeenergie absorbierenden oder abgebenden Fluid benetzbaren Trägerstrukturoberfläche mit einer fluidundurchlässigen Schicht bedeckt ist.
2. Wärmetauschereinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstruktur vollständig aus Cellulosematerial besteht.
3. Wärmetauschereinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstruktur Wellpappe ist oder in Art einer Wellpappe ausgebildet ist, zwei Oberflächen (2, 3) aufweist, die von einer inneren Struktur (4) beabstandet sind, die zugleich das Kammernsystem darstellt.
4. Wärmetauschereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die flüssigkeitsundurchlässige Schicht eine Polymerschicht ist und vorzugsweise aus Epoxid- oder Polyester-Harz besteht.
5. Wärmetauschereinheit nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Polymer eine Temperaturstabilität von bis zu 250°C aufweist.
6. Wärmetauschereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Fluid gasförmig oder flüssig ist.
7. Wärmetauschereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die, Sonnenstrahlung absorbierende Oberfläche mit einer, die Sonnenstrahlung absorbierenden und emittierenden Schicht (5) vergütet ist, die auf der wasserundurchlässigen Schicht aufgebracht ist.
8. Wärmetauschereinheit nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die selektiv absorbierende und emittierende Schicht (5) CrON oder TiON aufweist, das mittels Sputtertechnik oder Aufdampfverfahren auf die wasserundurchlässige Schicht aufbringbar ist.
9. Wärmetauschereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstrukturoberfläche ganzflächig mit der fluidundurchlässigen Schicht bedeckt ist.
10. Verfahren zur Herstellung einer Wärmetauschereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine, wenigstens eine Oberfläche (5) und ein Kammernsystem (4) aufweisende, im Wesentlichen aus Cellulosematerial bestehende Trägerstruktur flächendeckend an ihrer Trägerstrukturoberfläche mit einer fließfähigen Polymerlösung in Kontakt gebracht wird, dass anschließend das Polymer zu einer

- flächendeckenden Polymerschicht erstarrt, und dass das Kammernsystem von einem, die Wärmeenergie absorbierenden oder abgebenden Fluid durchströmt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstruktur in eine Polymerharzlösung eingetaucht, aus dieser entnommen und anschließend derart geneigt zur Horizontalen positioniert wird, dass das fließfähige Polymerharz größtenteils aus dem Kammernsystem entrinnt bis auf einen, die Trägerstrukturoberfläche überdeckenden, die Kammern nicht verschließenden Restanteil an Polymerharz.
  12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die mit dem Polymerharz bedeckte Trägerstruktur mittels Wärmeeintrag getrocknet wird, sodass das Polymerharz erstarrt.
  13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass als Trägerstruktur Wellpappe oder wellpappenartiges Material verwendet wird.
  14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Oberfläche der Trägerstruktur mit einem, Solarstrahlung absorbierenden Schichtmaterial bedeckt wird.
  15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass CrON oder TiON mittels Sputter- oder Aufdampfverfahren auf die Oberfläche aufgebracht wird.
  16. Verwendung der Wärmetauschereinheit gemäß den Ansprüchen 1 bis 9 mit wenigstens einer, Solarstrahlung absorbierenden Oberfläche, als Solarabsorber.
  17. Verwendung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die, die Solarstrahlung absorbierende Oberfläche durch die Solarstrahlung aufgewärmt wird, wobei deren Wärmemenge weitgehend vollständig an das, durch das Kammernsystem durchströmende Fluid, abgegeben wird.
  18. Verwendung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das, das Kammernsystem durchströmende Fluid Wasser, Meerwasser, flüssige Adsorbentien, bspw.  $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$  oder gasförmig ist.
  19. Verwendung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die als Solarabsorber ausgebildete Wärmetauschereinheit zur Meerwasserentsalzung geeignet ist.
  20. Verwendung der Wärmetauschereinheit gemäß den Ansprüchen 1 bis 9 zur Wand- oder Fußbodenheizung, indem durch das Kammernsystem ein Heizmedium, bspw. Warmwasser, geleitet wird, dessen Wärmemenge größtenteils über wenigstens eine Oberfläche der Trägerstruktur abgegeben wird.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

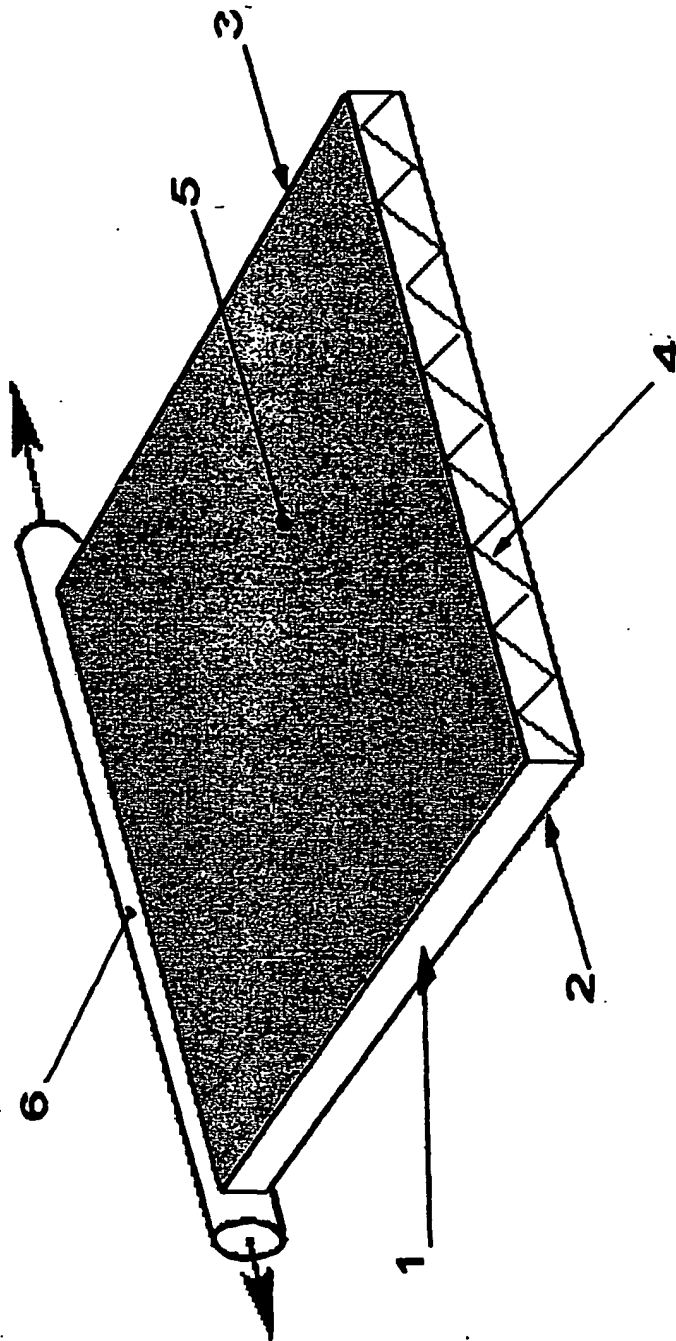


Fig. 1